

**Verfahren zum Ermitteln eines Istwertes einer Stellgröße, insbesondere eines Lenkwinkels**

5

**Beschreibung:**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines durch einen Aktuator eingestellten Istwertes einer Stellgröße.

10

Sie eignet sich insbesondere zur Ermittlung eines Istwertes eines Lenkwinkels an lenkbaren Rädern eines Fahrzeugs, der innerhalb einer Fahrdynamikregelung verwendet werden kann.

15

Einer Fahrdynamikregelung für Fahrzeuge liegt üblicherweise ein Vergleich eines durch verschiedene Fahrzeugsensoren erfassten Istverhaltens mit einem in einem Fahrzeugmodell ermittelten Sollverhalten zugrunde. Eine derartige Fahrdynamikregelung ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 195 15 20 058 A1 beschrieben.

25

Das Sollverhalten des Fahrzeugs wird insbesondere in Abhängigkeit eines einen Richtungswunsch eines Fahrers repräsentierenden Lenkwinkels an den lenkbaren Rädern anhand des Fahrzeugmodells ermittelt. Bei dem in der Offenlegungsschrift DE 195 15 058 A1 beschriebenen Fahrzeugmodell wird dabei der durch den Fahrer mittels einer Lenkeinrichtung des Fahrzeugs an den Rädern eingestellten Lenkwinkel als der den Richtungswunsch des Fahrers repräsentierende Lenkwinkel zugrunde gelegt. Dieser 30 Lenkwinkel kann durch einen Lenkwinkelsensor am Lenkrad oder an den Rädern gemessen werden.

35

Es ist jedoch bekannt, eine durch den Fahrer eines Fahrzeugs initiierte Lenkbewegung mit einer zusätzlichen, durch einen Regler initiierten Lenkbewegung zu überlagern. Ein Lenkwinkel an den lenkbaren Rädern des Fahrzeugs ergibt sich dabei als Summe des durch den Fahrer kommandierten Lenkwinkels und eines

Zusatzlenkwinkels, nach dessen Maßgabe die zusätzliche Lenkbewegung ausgeführt wird.

Beispielsweise aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 197 51

5 geht diesbezüglich eine Gierratenregelung hervor, bei welcher der Zusatzlenkwinkel in Abhängigkeit einer Gierbewegung des Fahrzeugs bestimmt wird.

Ferner ist es bekannt, ein Übersetzungsverhältnis zwischen dem

10 Lenkwinkel an einer Lenkeinrichtung des Fahrzeugs, beispielsweise an einem Lenkrad, und dem Lenkwinkel der lenkbaren Räder des Fahrzeugs durch ein Einstellen eines in Abhängigkeit einer Fahrzeuggeschwindigkeit bestimmten Zusatzlenkwinkels geschwindigkeitsabhängig zu verändern.

15

Bei geringer Fahrzeuggeschwindigkeit wird dabei eine sehr direkte Lenkübersetzung eingestellt, um den Lenkaufwand für den Fahrer beim Manövrieren zu minimieren, während bei hohen Geschwindigkeiten ein sehr indirektes Übersetzungsverhältnis eingesetzt wird, um die Lenknervosität zu reduzieren.

Der Zusatzlenkwinkel wird üblicherweise mittels eines durch einen Aktuator gesteuerten Planetengetriebes eingestellt, wobei der Aktuator typischerweise als Elektromotor ausgeführt ist,

25 dem einen Sollwert des Zusatzlenkwinkels beinhaltende Steuersignale übermittelt werden.

Die Erfindung bezieht sich nun auf das Problem, den dem Richtungswunsch des Fahrers entsprechenden Anteil des an den lenkbaren Rädern eingestellten Lenkwinkels zu ermitteln, wenn sich der mittels der Überlagerungslenkung eingestellte Lenkwinkel aus mehreren Anteilen zusammensetzt, die dem Aktuator als Sollteilwerte übermittelt werden.

35 Die verschiedenen Anteile des eingestellten Zusatzlenkwinkels sind nicht durch Sensoren messbar, bei einer ausreichend hohen Dynamik des Aktuators wird der Zusatzlenkwinkel jedoch so

schnell eingestellt, dass die Sollteilwerte oft als Istteilwerte verwendet werden können.

In manchen Situationen, z.B. insbesondere nach einem Starten  
5 des Fahrzeugs bei tiefen Temperaturen ist die Dynamik des Aktuators jedoch derart eingeschränkt, dass ein erheblicher zeitlicher Verzug beim Einstellen des Zusatzlenkwinkels auftritt und die Sollteilwerte nicht die jeweiligen Istteilwerte repräsentieren.

10

Es ist zwar denkbar, die Istteilwerte aus einem durch einen Lenkwinkelsensor erfassten Istsummenwert des Zusatzlenkwinkels entsprechend dem Verhältnis zwischen einem entsprechenden Sollteilwert und einem Sollsummmenwert oder auf andere Weise aus 15 den Sollwerten zu berechnen, dies berücksichtigt jedoch nicht, dass die Istteilwerte bei reduzierter Dynamik des Aktuators maßgeblich auch durch die als Gradienten bezeichneten Änderungsraten der Sollteilwerte bestimmt werden.

20 Derartige, auf der Berechnung anhand der Sollwerte basierende, Verfahren gestatten somit bei reduzierter Aktuatordynamik keine zuverlässige Bestimmung der Istteilwerte.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren  
25 zu schaffen, das eine möglichst schnelle Ermittlung eines zuverlässigen Schätzwertes für die Teilstückswerte auch dann ermöglicht, wenn der Aktuator eine unbekanntes Stellverhalten zeigt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren nach dem  
30 Patentanspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 10.

35 Die Erfindung sieht dabei insbesondere vor, dass ein Verfahren zum Ermitteln eines durch einen Aktuator nach Maßgabe eines Sollwertes eingestellten Istwertes einer Stellgröße so durchgeführt wird, dass ein Teilwert eines nach Maßgabe eines aus ei-

ner Summe von Sollteilwerten bestehenden Sollsummenwertes eingesetzten Istwertes in Abhängigkeit des dem Teilwert entsprechenden Sollteilwertes in einem mit wenigstens einem Parameter gebildeten Aktuatormodell geschätzt wird, wobei der Wert des  
5 Parameters anhand einer Abweichung zwischen dem Summensollwert und einem erfassten Istsummenwert der Stellgröße bestimmt wird. Erfindungsgemäß wird das Stellverhalten des Aktuators somit anhand eines Vergleichs zwischen dem Sollsummenwert und dem Istsummenwert der Stellgröße analysiert und bezüglich des Teilwertes  
10 anhand des Aktuatormodells simuliert.

Dies erlaubt es, einen sehr zuverlässigen Schätzwert für den Istteilwert zu ermitteln.

15 Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht dabei insbesondere darin, dass das Stellverhalten "online" bestimmt werden kann und somit jeweils das Aktuatorverhalten bei der Bestimmung des Schätzwertes für den Istteilwert zugrunde gelegt wird, welches zu dem Zeitpunkt einer Anforderung des  
20 Istteilwertes vorliegt.

Bevorzugte Durchführungsformen des Verfahrens zeichnen sich dadurch aus, dass der Wert des Parameters der Regelabweichung zwischen dem Sollsummenwert und dem erfassten Istsummenwert der  
25 Stellgröße anhand einer Kennlinie zugeordnet wird, in einem Modell des Aktuators bestimmt oder durch ein Parameterschätzverfahren ermittelt wird. Bei dem Parameterschätzverfahren sollte es sich dabei vorzugsweise um ein Online-Verfahren handeln.

30

Um mögliche Auswirkungen eines fehlerhaft ermittelten Schätzwertes aufgrund eines fehlerhaft bestimmten Parameters zu verringern und das Verfahren besonders sicher durchzuführen, ist es in einer vorteilhaften Durchführungsform des Verfahrens vorgesehen, den Wert für den Parameter auf ein vorgegebenes Intervall zu begrenzen.

Die Kennlinie ist im einfachsten Fall eine Sprungfunktion, die allen Werten der Regelabweichung, die kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert sind, einen einer Normaldynamik des Aktuators entsprechenden Wert des Parameters zuweist und Werten der  
5 Regelabweichung, die größer sind als der Schwellenwert, einen Wert des Parameters zuweist, der einer reduzierten Dynamik des Aktuators entspricht. Es kann hierbei insbesondere auch eine Sprungfunktion mit Hysterese verwendet werden.

10 Vorzugsweise enthält die Kennlinie jedoch neben dem Bereich der Normaldynamik und dem Bereich der reduzierten Dynamik einen weiteren mittleren Bereich, mit beispielsweise einer linearen Zuordnung zwischen der Regelabweichung und dem Parameter.

15 Bei der Bestimmung des Wertes des Parameters anhand des Modells ist es zweckmäßig, das gleiche Aktuatormodell zu verwenden, das auch zur Ermittlung des Istteilwertes in Abhängigkeit des Sollteilwertes dient.

20 Dieses Aktuatormodell beschreibt vorzugsweise das dynamische Übertragungsverhalten des Aktuators und gibt den Zusammenhang zwischen einer Eingangs- und einer Ausgangsgröße wieder. Als Eingangs- und Ausgangsgrößen werden dabei zweckmäßigerweise die Soll- und Istwerte der Stellgröße betrachtet.  
25

In Modellen wird das Übertragungsverhalten eines Aktuators typischerweise insbesondere durch Zeitkonstanten beschrieben, welche die Verzögerung beim Einstellen des Istwertes charakterisieren.

30 In einer besonders bevorzugten Durchführungsform des erfundungsgemäßen Verfahrens wird daher eine Zeitkonstante als Parameter des Aktuatormodells bestimmt.

35 Der Aktuator gelangt nach einer Übergangszeit in einen statischen Zustand, wenn sich das Eingangssignal während einer längeren Zeitspanne nicht oder nicht wesentlich ändert. Im statio-

nären Betrieb ist die Regelabweichung zwischen dem Ist- und dem Sollwert auch bei reduzierter Aktuatordynamik sehr klein.

Eine vorteilhafte Durchführungsform des Verfahrens zeichnet 5 sich daher dadurch aus, dass ein bestimmter Wert für den Parameter beibehalten wird, wenn die Änderungsrate des Sollsummenwertes und/oder des Istsummenwertes unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes liegt.

10 Eine Neuberechnung des Parameterwertes geschieht in dieser Durchführungsform vorteilhafterweise nur dann, wenn die Änderungsrate des Sollsummenwertes und/oder des Istsummenwertes den Schwellenwert überschreitet.

15 Diese Durchführungsform ist insbesondere dann bevorzugt, wenn aus dem Wert des Parameters auf die Dynamik und die Verfügbarkeit des Aktuators geschlossen werden soll, da zur Bewertung der Dynamik des Aktuators ausschließlich ein Übergangsverhalten während der Übergangszeit von Interesse ist.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere vor- teilhaft zur Bestimmung eines zuverlässigen Schätzwertes für den Istteilwert eines durch ein Stellglied einer Überlagerungslenkung eingestellten Lenkwinkels.

25 Es ermöglicht dabei, den dem Richtungswunsch des Fahrers entsprechenden Lenkwinkel zuverlässig zu bestimmen, der als Eingangsgröße für einen Fahrdynamikregler dient.

30 In dem Fall, in dem sich der Summenwert des Zusatzlenkwinkels aus einem Anteil zur geschwindigkeitsabhängigen Veränderung der Lenkübersetzung und wenigstens einem weiteren Anteil zur Fahrdynamikregelung zusammensetzt, wird dabei vorzugsweise der Ist- teilwert des Zusatzlenkwinkels bestimmt, der dem Anteil zur 35 Veränderung der Lenkübersetzung entspricht.

Durch eine Addition dieses Istteilwertes und des von dem Fahrer kommandierten Lenkwinkels ergibt sich ein geschwindigkeitsab-

hängiger Lenkwinkel, welcher als der dem Fahrerwunsch entsprechende Lenkwinkel zu interpretieren ist und welcher das Sollverhalten des Fahrzeugs bestimmt.

5 Weitere Vorteile und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich anhand der Unteransprüche und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Figuren.

10 Von den Figuren zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung einer Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei welcher der Wert des Parameters anhand einer Kennlinie zugeordnet wird,

15 Fig. 2 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung einer Durchführungsform des Verfahrens, bei der zusätzlich die Änderungsrate des Summensollwerts berücksichtigt wird,

20 Fig. 3 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung einer Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei welcher der Wert des Parameters anhand eines Parameterschätzverfahrens ermittelt wird,

25 Fig. 4 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung einer Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei welcher der Wert des Parameters anhand eines inversen Modells ermittelt wird,

30 Fig. 5 ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer weiteren Durchführungsform des Verfahrens, bei welcher der Wert des Parameters anhand eines Parameterschätzverfahrens ermittelt wird,

35 Fig. 6 ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer weiteren Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei

welcher der Wert des Parameters anhand eines Modells ermittelt wird,

Fig. 7 ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer noch weiteren Durchführungsform des Verfahrens.

Die Erfindung stellt ein vorteilhaftes Verfahren zum Ermitteln eines Schätzwertes für einen Istteilwert einer Stellgröße bereit.

10

Eine vorteilhafte Anwendung findet das Verfahren bei der Ermittlung eines Ist-Teillenkwinkels, der durch eine Überlagerungslenkung nach Maßgabe eines aus einer Summe von Soll-Teillenkwinkeln bestehenden Soll-Summenlenkwinkels eingestellt

15 wird.

Bei Fahrzeugen, bei denen eine geschwindigkeitsabhängige Änderung der Lenkübersetzung (VARI) anhand eines durch eine Überlagerungslenkung eingestellten Zusatzlenkwinkels vorgenommen  
20 wird, muss das Sollverhalten des Fahrzeugs aus dem Lenkwinkel an den Rädern bestimmt werden, der dem von dem Fahrer kommandierten Lenkwinkel in Verbindung mit der VARI entspricht.

Insbesondere auf der Grundlage dieses Lenkwinkels kann das  
25 Sollverhalten anhand eines Fahrzeugreferenzmodells ermittelt werden. Dies geschieht durch einen Fahrzeugregler (ESP-Steuereinheit 70) der insbesondere ein sog. elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP) durchführt.

30 Das ESP umfasst beispielsweise eine Gierratenregelung (GRR), bei der ein Unter- oder Übersteuern eines Fahrzeugs durch einen Vergleich einer anhand des Fahrzeugsmodells ermittelten Sollgierrate und einer durch einen Gierratensor erfasssten Istgierrate erkannt und durch geeignete Bremsen-, Motor- und/oder

Lenkeingriffe wird das Fahrzeug mit einem das Fahrverhalten korrigierenden Giermoment beaufschlagt.

Eine ESP-Steuereinheit und insbesondere das von diesem verwen-  
5 dete Fahrzeugreferenzmodell sind in der deutschen Offenlegungs-  
schrift DE 195 15 058 A1 beschrieben. Der Inhalt dieser Offen-  
legungsschrift soll auch Bestandteil dieser Anmeldung sein.

Neben der GRR kann durch den Fahrzeugregler beispielsweise auch  
10 eine Giermomentkompensation (GMK) durchgeführt werden, bei der  
ein Giermoment ermittelt und eingeregelt wird, das einem bei-  
spielsweise infolge unterschiedlicher Bremsleistungen an ver-  
schiedenen Rädern des Fahrzeugs entstehenden Störmoment entge-  
genwirkt. Bei der GMK kann das Giermoment ebenfalls durch Len-  
15 keingriffe erzeugt werden.

Werden bei einem Fahrzeug eine GRR und/oder eine GMK und eine  
VARI mit Lenkeingriffen durchgeführt, so ergibt sich der durch  
die Überlagerungslenkung an den Rädern eingestellte Summenzu-  
20 satzlenkwinkel als Summe aus dem Teilzusatzlenkwinkel der VARI,  
der zusammen mit dem von dem Fahrer kommandierten Lenkwinkel  
als Eingangsgröße für die ESP-Steuereinheit 70 dient, und den  
Teilzusatzlenkwinkeln der GRR und/oder der GMK, die nicht in  
das Fahrzeugmodell einfließen sollen.

25

Die einzelnen Teilzusatzlenkwinkel liegen jedoch nur als Soll-  
werte vor, deren Summe von der Überlagerungslenkung eingeregelt  
wird, und der durch die Überlagerungslenkung bzw. den Aktuator  
der Überlagerungslenkung tatsächlich eingestellte Ist-  
30 Summenlenkwinkel kann aus den eingangs genannten Gründen nicht  
in seine den Sollteilwerten entsprechenden Anteile aufgeteilt  
werden.

Während bei Normaldynamik des Aktuators der Sollteilwert als Istteilwert in dem Fahrzeugmodell verwendet werden kann, ist dies bei reduzierter Dynamik nicht immer möglich.

5 Im Folgenden wird erläutert, wie der Ist-Teilzusatzlenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{VARI}$  der VARI anhand des erfindungsgemäßen Verfahrens geschätzt werden kann.

Es wird für dieses Ausführungsbeispiel der Erfindung somit von  
10 einem Fahrzeug ausgegangen, bei dem der Fahrer des Fahrzeugs mittels eines Lenkrades oder einer anderen Lenkeinrichtung einen Lenkwinkel  $\dot{\alpha}_{LR,wh1}$  an einem oder mehreren lenkbaren Rädern des Fahrzeugs einstellen kann. Die Lenkung verfügt dabei über ein Lenkgetriebe, das ein mit dem Lenkrad verbundenes Lenkriticel aufweist, welches in eine Zahnstange eingreift und so die Lenkbewegungen des Fahrers an die lenkbaren Räder vermittelt. Das Lenkgetriebe stellt ein Übersetzungsverhältnis  $i_{LG}$  zwischen dem Lenkwinkel  $\dot{\alpha}_{LR,wh1}$  an den Rädern und dem Lenkwinkel  $\dot{\alpha}_{LR,szl}$  am Lenkrad zur Verfügung.

20

Bei dem Fahrzeug kann es sich beispielsweise um ein zweiachsiges, vierrädriges Fahrzeug mit zwei lenkbaren Vorderrädern handeln.

25 Ferner wird davon ausgegangen, dass das Fahrzeug über eine Überlagerungslenkung verfügt, die eine freie Zuordnung zwischen dem Lenkradwinkel  $\dot{\alpha}_{LR,szl}$  und dem Lenkwinkel an den Rädern ermöglicht. Dies lässt sich beispielsweise durch ein vor dem Lenkriticel in den Lenkstrang eingebrachtes Planetengetriebe realisieren, in das ein elektromechanischer Aktuator eingreift, um  
30 das Lenkriticel gegenüber dem Lenkrad zu verdrehen.

Die Überlagerungslenkung gestattet es damit, sowohl die Lenkübersetzung zu verändern, als auch Zusatzlenkwinkel zu

stellen, wobei sich der Lenkwinkel an dem Lenkritzeln als Summe aus dem durch das Getriebe der Überlagerungslenkung übersetzten Lenkradwinkel und dem Zusatzlenkwinkel ergibt.

5 Das Getriebe der Überlagerungslenkung wird im Folgenden als AFS-Getriebe bezeichnet und stellt eine mechanische Lenkübersetzung  $i_{AFS}$  zur Verfügung.

Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass für das Fahrzeug  
10 eine GRR und eine GMK anhand von Lenkeingriffen durchgeführt und eine VARI vorgenommen wird. Durch die Regeleinheiten zur Durchführung der GRR und der GMK wird dabei jeweils ein Soll-Teilzusatzlenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{GRR,req}$  bzw.  $\ddot{\alpha}_{GMK,req}$  vorgegeben, der durch den Aktuator der Überlagerungslenkung eingestellt wird. Die  
15 Steuereinheit zur VARI gibt den einzustellenden Soll-Teillenk-  
winkel  $\ddot{\alpha}_{VARI,req}$  vor, der in Abhängigkeit des von dem Fahrer ein-  
gestellten Ist-Lenkradwinkels  $\ddot{\alpha}_{LR,SZL}$  bestimmt und an den Aktua-  
tor übermittelt wird, welcher daraufhin den Teilzusatzlenkwinkel  
der VARI einstellt. Es gilt dabei

$$\ddot{\alpha}_{VARI,req} = \ddot{\alpha}_{LR,SZL} + \ddot{\alpha}_{VARI,req},$$

wobei  $\ddot{\alpha}_{VARI,req}$  den Soll-Teilzusatzlenkwinkel der VARI bezeich-  
net.

Die von den Regel- bzw. Steuereinheiten vorgegebenen Solllenk-  
25 winkel beziehen sich dabei auf Winkel an den lenkbaren Rädern,  
können jedoch anhand des bekannten Übertragungsverhaltens des  
Lenkgetriebes auf das Lenkritzeln bezogen werden.

Der am Rad einzustellende Soll-Summenlenkwinkel ergibt sich als  
30 die Summe  $\ddot{\alpha}_{SUM,req}/i_{LG} = \ddot{\alpha}_{VARI,req} + \ddot{\alpha}_{GRR,req} + \ddot{\alpha}_{GMK,req}$ , wobei  $\ddot{\alpha}_{SUM,req}$  den Soll-Summenlenkwinkel am Lenkritzeln bezeichnet.

Es wird ebenfalls davon ausgegangen, dass das Fahrzeug mit ei-  
nem Fahrdynamikregler und insbesondere mit einer ESP-Steuer-

einheit 70 beispielsweise zur Durchführung der GRR ausgerüstet ist, die Stellgrößen in Abhängigkeit der Abweichung zwischen einem erfassten Istwert einer Fahrzustandsgröße und einem anhand eines Fahrzeugsreferenzmodells berechneten Sollwert ermittelt. Zur Berechnung des Sollwertes benötigt die ESP-Steuer-  
5 einheit den Istwert des dem Fahrerwunsch entsprechenden Lenkwinkels, als welcher, wie erläutert, hier der Ist-Teillenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{VARI}$  der VARI anzusehen ist.

10 Das Blockdiagramm in der Figur 1 veranschaulicht eine mögliche Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, das zur Bestimmung eines Schätzwertes  $\tilde{\Sigma}_{VARI}$  für den Istwert  $\ddot{\alpha}_{VARI}$  des Ist-Teillenkwinkels benutzt werden kann.

15 Als Eingangsgrößen für das Verfahren dienen der durch einen Lenkradwinkelsensor erfasste Ist-Lenkradwinkel  $\ddot{\alpha}_{LR,SZL}$  am Lenkrad, der Soll-Teillenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{VARI,req}$  der VARI, bezogen auf die lenkbaren Räder, der Soll-Teilzusatzwinkel  $\ddot{\alpha}_{GRR,req}$  der GRR an den Rädern, der Soll-Teilzusatzlenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{GMK,req}$  der GMK an  
20 den Rädern und der Ist-Summenzusatzlenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{AFS}$  der Überlagerungslenkung am Lenkritzel.

Die Lenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{VARI,req}$ ,  $\ddot{\alpha}_{GRR,req}$  und  $\ddot{\alpha}_{GMK,req}$  können dabei direkt von den entsprechenden Steuergeräten übermittelt werden. Der  
25 Lenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{AFS}$  kann als Differenz zwischen dem auf das Lenkritzel bezogenen Ist-Lenkradwinkel  $\ddot{\alpha}_{LR,Ritzel} = i_{AFS} \cdot \ddot{\alpha}_{LR,SZL}$  und dem durch einen Winkelsensor erfassbaren Ist-Summenlenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{SUM,Ritzel}$  am Lenkritzel bestimmt werden oder er wird in der Recheneinheit der Überlagerungslenkung direkt aus dem Motorlage-  
30 winkelsensor der Überlagerungslenkung bestimmt.

Der Ist-Lenkradwinkel  $\ddot{\alpha}_{LR,SZL}$  am Lenkrad wird zur Durchführung des Verfahrens zunächst, wie es anhand des Blocks 10 veranschaulicht ist, in den Ist-Lenkradwinkel  $\ddot{\alpha}_{LR,Ritzel}$  am Lenkritzel

überführt. Dies geschieht durch einfache Multiplikation von  $\ddot{a}_{LR,SZL}$  mit dem bekannten mechanischen Übersetzungsverhältnis  $i_{AFS}$  des AFS-Getriebes an der Multiplikationsstelle 10.

5 Eine weitere Multiplikation, veranschaulicht in Block 30, von  $\ddot{a}_{LR,Ritzel}$  mit dem Inversen der Lenkgetriebeübersetzung  $i_{LG}$  liefert den Ist-Lenkradwinkel  $\ddot{a}_{LR,wh1} = \ddot{a}_{LR,Ritzel} \cdot 1/i_{LG}$  an den lenkbaren Rädern, wobei das Übertragungsverhalten des Lenkgetriebes zu berücksichtigen ist, wie in Block 20 gezeigt. Dies geschieht an-  
10 hand der bekannten Übertragungskennlinie des Lenkgetriebes.

Die Lenkwinkel  $\ddot{a}_{VARI,req}$ ,  $\ddot{Aa}_{GRR,req}$  und  $\ddot{Aa}_{GMK,req}$  werden zunächst in dem Block 80 addiert, so dass der Soll-Summenlenkwinkel am Rad erhalten wird. Durch Multiplikation mit der Übersetzung  $i_{LG}$  des  
15 Lenkgetriebes, wie durch Block 100 dargestellt, lässt sich dann der Soll-Summenlenkwinkel  $\ddot{a}_{SUM,req}$  am Lenkritzeln berechnen. Dabei ist wiederum, wie anhand von Block 90 angedeutet, das Übertra-  
gungsverhalten des Lenkgetriebes, insbesondere die inverse Übertragungskennlinie, zu berücksichtigen.

20 Differenzbildung zwischen  $\ddot{a}_{SUM,req}$  und  $\ddot{a}_{LR,Ritzel}$  an der Subtraktionsstelle 110 liefert den Soll-Summenzusatzlenkwinkel  $\ddot{Aa}_{AFS,req}$  der Überlagerungslenkung am Lenkritzeln, der mit dem Ist-  
Summenzusatzlenkwinkel  $\ddot{Aa}_{AFS}$  verglichen wird, um die Regelabwei-  
25 chung  $\dot{a}_{\delta,AFS}$  für den durch die Überlagerungslenkung einzustel-  
lenden Summenlenkwinkel zu ermitteln. Dies geschieht mittels Subtraktion, wie es anhand der Subtraktionsstelle 120 darge-  
stellt ist.

30 Die derart ermittelte Regelabweichung  $\dot{a}_{\delta,AFS}$  des Summenzusatz-  
lenkwinkels wird erfindungsgemäß dazu genutzt, eine Zeitkon-  
stante  $T_{AFS}$  eines Modells des das AFS-Getriebe steuernden Aktua-  
tors zu ermitteln.

Bei dem Aktuator handelt es sich um einen Elektromotor, der typischerweise ein  $PT_2$ -Übertragungsverhalten aufweist, das für verzögernde und schwingungsfähige Stellglieder charakteristisch ist.

5

Der Aktuator des AFS-Getriebes darf jedoch beim Einstellen eines vorgegebenen Summenzusatzlenkwinkels nicht überschwingen, da sonst fatale Auswirkungen auf das Fahrverhalten zu erwarten wären.

10

In einer sehr guten Näherung kann daher von einem  $PT_1$ -Übertragungsverhalten des Aktuators ausgegangen werden, so dass sich seine Übertragungsfunktion als

$$G(s) = \frac{k}{1 + T_{AFS} \cdot s}$$

15 angeben lässt, wobei hier ein Verstärkungsfaktor von  $k = 1$  zu grunde gelegt werden kann.

Die Übergangsfunktion des Aktuators ist somit

20

$$h(t) = 1 - e^{-t/T_{AFS}}.$$

25 Sie ist schematisch in Block 50 angegeben, durch den ein Schätzwert  $\Delta\tilde{\Sigma}_{VARI}$  für den Ist-Teilzusatzlenkwinkel  $\tilde{\alpha}_{VARI}$  der VARI anhand des  $PT_1$ -Modells unter Zugrundelegung eines Schätzwertes  $\tilde{T}_{AFS}$  für die Zeitkonstante  $T_{AFS}$  des Modells ermittelt wird.

Als Eingangsgröße für den Block 50 dient dabei der Soll-Teilzusatzlenkwinkel  $\tilde{\alpha}_{VARI,req}$  der VARI am Rad, der durch Subtraktion des Ist-Lenkradwinkels  $\tilde{\alpha}_{LR,whl}$  am Rad von dem Soll-30 Teillenkinkel  $\tilde{\alpha}_{VARI,req}$  am Rad an der Subtraktionsstelle 40 erhalten wird.

Es kann hier der auf das Rad bezogene Lenkwinkel  $\ddot{\alpha}_{VARI,req}$  als Eingangsgröße verwendet werden, da lediglich eine Modellierung des Stellverhaltens des das AFS-Getriebe steuernden Aktuators und nicht des AFS-Getriebes selbst vorgenommen wird.

5

Es könnten jedoch ebenfalls auf das Lenkritzeln oder das Lenkrad bezogene Soll-Teilzusatzlenkwinkel als Eingangsgrößen für den Block 50 genutzt werden. Die dargestellte Durchführungsform hat jedoch den Vorteil, dass die Ausgangsgröße  $\Delta\tilde{\Sigma}_{VARI}$ , ebenso wie

10 der gesuchte Ist-Teillenkinkel  $\ddot{\alpha}_{VARI}$  der VARI, auf das Rad bezogen ist. Unnötige Umrechnungen zwischen verschiedenen Bezugs-  
punkten werden somit vermieden.

15 Als Ausgangsgröße des gesamten Verfahrens ist ein Schätzwert  $\tilde{\Sigma}_{VARI}$  für den Ist-Teillenkinkel  $\ddot{\alpha}_{VARI}$  der VARI zu ermitteln. Dies geschieht durch Addition des durch den Block 50 berechneten geschätzten Ist-Teilzusatzlenkwinkel  $\Delta\tilde{\Sigma}_{VARI}$  und des Ist-Lenkradwinkels  $\ddot{\alpha}_{LR,wh1}$  am Rad an der Additionsstelle 60.

20 Der Lenkwinkel  $\tilde{\Sigma}_{VARI}$  ist ein Schätzwert für den Fahrerlenkwunsch  $\ddot{\alpha}_{DRV,req}$ , der in das von dem ESP-Steuergerät 70 zur Bestimmung des Fahrzeugsollverhaltens verwendete Fahrzeugreferenzmodell eingeht.

25 Von dem ESP-Steuergerät 70 wird dabei vorzugsweise ein Einspurmodell genutzt. Verschiedene Funktionen des Steuergerätes 70 sowie verschiedene Konzepte für eine Fahrdynamikregelung und insbesondere das Referenzmodell sind beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 195 15 058 A1 näher beschrieben. Auf deren Inhalt wird an dieser Stelle vollumfänglich verwiesen.

30

Als maßgeblichen Eingangsparameter erhält der Block 50 den Schätzwert  $\tilde{T}_{AFS}$  für die Zeitkonstante  $T_{AFS}$  des AFS-Aktuators.

5 Dieser wird bei der in der Figur 1 dargestellten Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens in Schritten bestimmt, die anhand der Blöcke 130, 140 und 150 veranschaulicht werden.

Dabei wird zunächst der Betrag  $|\Sigma_{\Sigma,AFS}|$  der an der Subtraktions-  
10 stelle 120 gebildeten Regelabweichung  $\dot{\alpha}_{AFS}$  berechnet, wie es in Block 130 dargestellt ist.

Es ist festzustellen, dass sich die Dynamik des Aktuators nur relativ langsam in Abhängigkeit der die Dynamik beeinflussenden  
15 Größen - wie zum Beispiel die Temperatur - verändert.

Daher wird das Signal  $|\Sigma_{\Sigma,AFS}|$  durch ein Tiefpassfilter 140 gefiltert, so dass sich bei sprunghaften Veränderungen des Wertes  $\dot{\alpha}_{AFS}$  aufgrund einer sprunghaft ansteigenden Zusatzlenkwinkelanforderung keine ebenso sprunghafte und unrealistische Veränderung der geschätzten Zeitkonstanten  $\tilde{T}_{AFS}$  ergibt.  
20

Die Schätzung von  $\tilde{T}_{AFS}$  wird bei der in der Figur 1 dargestellten Durchführungsform anhand einer Kennlinie durchgeführt, die jedem gefilterten Wert  $|\Sigma_{\Sigma,AFS}|$  des Betrages  $|\Sigma_{\Sigma,AFS}|$  einen Wert  $\tilde{T}_{AFS}$  zuordnet, wie es durch Block 150 dargestellt wird.  
25

Im einfachsten Fall kann die Kennlinie dabei als Stufenfunktion angesetzt werden, die jedem Wert  $|\Sigma_{\Sigma,AFS}|$ , der kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist, einen die Normaldynamik des Aktuators repräsentierenden kleinen Wert  $\tilde{T}_{AFS}$  und jedem oberhalb des Schwellenwertes liegenden Wert  $|\Sigma_{\Sigma,AFS}|$  einen reduzierten Dynamik modellierenden großen Wert  $\tilde{T}_{AFS}$  zuordnet. Insbesondere  
30

kann hierbei in Kombination mit der Stufenfunktion auch eine Hysteresefunktion zum Einsatz kommen.

Bessere und insbesondere genauere Ergebnisse werden jedoch mit  
5 einer Kennlinie erreicht, die einen gewissen Bereich mit einem  
Übergangsverhalten zwischen normaler und reduzierter Dynamik  
aufweist. In dem Bereich kann beispielsweise eine Proportional-  
ität zwischen  $\tilde{T}_{AFS}$  und  $|\Sigma_{\text{AFS}}|$  zugrunde gelegt werden, wie es  
bei der Kennlinie, die in dem Block 150 eingezeichnet ist, dar-  
10 gestellt wird.

Die derart bestimmte Zeitkonstante  $\tilde{T}_{AFS}$  kann einerseits als  
Eingangsgröße des Blocks 50 zur Berechnung des Lenkwinkels  
 $\Delta \tilde{\Sigma}_{VARI}$  dienen, sie kann jedoch auch einer Einheit zum Überwa-  
15 chen der Aktuatordynamik zugeführt werden.

Dies ist beispielsweise dann sinnvoll, wenn es vorgesehen ist,  
den Schätzwert  $\tilde{\Sigma}_{VARI}$  lediglich bei reduzierter Aktuatordynamik  
als Eingangsgröße für das ESP-Steuergerät 70 zu verwenden und  
20 bei Normaldynamik auf den Sollwert  $\ddot{\alpha}_{VARI,req}$  zurückzugreifen.

Hierbei stellt sich jedoch das Problem, dass bei einem statio-  
nären Lenkverhalten des Fahrers keine Änderungen des durch den  
Aktuator einzustellenden Soll-Summenlenkwinkels  $\ddot{\alpha}_{SUM,req}$  eintre-  
25 ten und das Übertragungsverhalten des Aktuators ebenfalls sta-  
tionär wird.

In diesem Fall verschwindet die Regelabweichung  $\dot{\alpha}_{AFS}$  nahezu  
vollständig, und es wird eine Zeitkonstante  $\tilde{T}_{AFS}$  geschätzt, die  
30 der unter Umständen gar nicht vorliegenden Normaldynamik ent-  
spricht.

In einer weiteren, anhand des Blockschaltbildes in der Figur 2 veranschaulichten, Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es daher vorgesehen, die Zeitkonstante  $\tilde{T}_{AFS}$  nur 5 dann neu zu bestimmen, wenn die Änderungsrate  $\Delta \dot{\Sigma}_{AFS,req}$  des Soll-Summenzusatzlenkwinkels  $\ddot{A}_{AFS,req}$  einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

Es wäre hier auch gleichfalls möglich, eine Änderungsrate  $\Delta \dot{\Sigma}_{AFS}$  10 des Ist-Summenzusatzlenkwinkels  $\ddot{A}_{AFS}$  mit einem Schwellenwert zu vergleichen und die Zeitkonstante  $\tilde{T}_{AFS}$  nur dann neu zu bestimmen, wenn  $\Delta \dot{\Sigma}_{AFS}$  den Schwellenwert überschreitet.

Die Änderungsrate wird dabei durch ein Differenzierglied 160 15 berechnet und dem Block 170 übergeben. Dieser liefert ein Ausgangssignal mit dem Wert Eins, wenn der Wert von  $\ddot{A}_{AFS,req}$  den Schwellenwert überschreitet; sonst nimmt das Ausgangssignal, das dem Block 180 als Eingangssignal dient, den Wert Null an.

Der Block 180 ist den Blöcken 130 und 140 zwischengeschaltet 20 und übergibt den aktuell berechneten Wert  $|\dot{\Sigma}_{AFS}|$  nur dann an das Tiefpassfilter 140, wenn sein Eingangssignal den Wert Eins hat. Andernfalls wird der im letzten Zyklus an das Filter 140 übergebene Wert  $|\dot{\Sigma}_{AFS}|$  wiederum übergeben, der in dem Block 190 ge- 25 speichert wird.

Auf diese Weise ist es möglich, jederzeit die zutreffende Zeitkonstante  $\tilde{T}_{AFS}$  zu berechnen, wenn eine Anregung des Systems vorliegt. Ohne Systemanregung verharrt die Schätzung auf dem 30 zuletzt ermittelten Wert.

In den voranstehend dargelegten Durchführungsformen lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch bei relativ geringer Nutzung von Rechenleistung schnell und zuverlässig durchführen.

Mit einer höheren Rechenleistung ist es jedoch möglich, eine genauere Bestimmung der Zeitkonstanten  $T_{AFS}$  anhand von Parameterschätzverfahren mit größerer Komplexität vorzunehmen.

5

In der Figur 3 ist dies in einem weiteren Blockschaltbild dargestellt.

Ein geeignetes Parameterschätzverfahren wird dabei in dem Block  
10 200 durchgeführt, der in Abhängigkeit der Eingangssignale  $\ddot{A}_{AFS,req}$  und  $\ddot{A}_{AFS}$  einen Schätzwert  $\tilde{T}_{AFS}$  für die Zeitkonstante  $T_{AFS}$  berechnet.

15 Diese wird jedoch nicht direkt an den Block 50 zur Bestimmung von  $\Delta\tilde{\Sigma}_{VARI}$  übergeben, sondern durch einen zwischengeschalteten Begrenzer 210 und ein Tiefpassfilter 220 bearbeitet.

Der Begrenzer 210 begrenzt die Werte von  $\tilde{T}_{AFS}$  auf einen Wertebereich zwischen einem Normaldynamik des Aktuators repräsentierenden Minimalwert und einem reduzierten Dynamik repräsentierenden Maximalwert.

Dadurch werden möglicherweise auftretende fehlerhafte Berechnungen des Wertes  $\tilde{T}_{AFS}$  durch den Block 210 in ihrer Auswirkung  
25 begrenzt.

Das dem Begrenzer 210 nachgeschaltete Tiefpassfilter 220 hat dieselbe Funktion wie das Tiefpassfilter 140, nämlich unrealistische sprunghafte Veränderungen von  $\tilde{T}_{AFS}$  herauszufiltern.

30

Ein besonders geeignetes Verfahren zum Schätzen der Zeitkonstante ist, in dem hier beispielhaft dargestellten Falle, ein modellbasiertes Parameterschätzverfahren, das auf dem PT,-

Modell des AFS-Aktuators basiert, welches auch der Berechnung von  $\Delta\tilde{\Sigma}_{VARI}$  durch den Block 50 zugrunde liegt.

Die Berechnung wird dabei mit Hilfe der das Übertragungsverhalten des Aktuators beschreibenden Differenzialgleichung durchgeführt (inverses Modell).

5

Unter der als gute Näherung anzusehenden Annahme, dass der AFS-Aktuator ein  $PT_1$ -Übertragungsverhalten besitzt, lautet diese  
10 Differenzialgleichung

$$\Delta\Sigma_{AFS} + T_{AFS} \cdot \Delta\dot{\Sigma}_{AFS} = \Delta\Sigma_{AFS,req}$$

wobei hier der Verstärkungsfaktor  $k$  bereits zu Eins gesetzt wurde.

15 Aus dieser Gleichung ergibt sich für die Zeitkonstante  $T_{AFS}$  der Ausdruck

$$T_{AFS} = \frac{1}{\Delta\dot{\Sigma}_{AFS}} \cdot [\Delta\Sigma_{AFS,req} - \Delta\Sigma_{AFS}] = \frac{\Sigma_{\Sigma,AFS}}{\Delta\dot{\Sigma}_{AFS}} \quad (*)$$

wobei alle Größen rechts des ersten Gleichheitszeichens von links bekannt sind bzw. berechnet werden können.

20

Anhand des Ausdrucks (\*) kann der Wert  $\tilde{T}_{AFS}$  somit analytisch bestimmt werden, wie es bei der durch das Blockschaltbild in der Figur 4 veranschaulichten Durchführungsform des erfindungsgemäßigen Verfahrens vorgesehen ist.

25

Die analytische Berechnung von  $\tilde{T}_{AFS}$  wird dabei innerhalb des Blocks 230 durchgeführt.

Analog zu der anhand der Figur 2 dargestellten Durchführungsform wird ein neuer Wert  $\tilde{T}_{AFS}$  dabei nur dann ermittelt und an den Begrenzer 210 übergeben, wenn der Betrag  $|\Delta\dot{\Sigma}_{AFS}|$  einen vor-

30

gegebenen Schwellenwert überschreitet. Andernfalls wird dem Begrenzer 210 der zuletzt ermittelte Wert  $\tilde{T}_{AFS}$  übergeben.

In dieser Ausführungsform ist dabei ebenfalls der Vergleich von 5  $|\Delta\Sigma_{AFS,req}|$  mit dem Schwellenwert möglich. Dies ist hier jedoch nicht bevorzugt, da die Änderungsrate  $\Delta\Sigma_{AFS}$  im Gegensatz zu der Änderungsrate  $\Delta\Sigma_{AFS,req}$  zur Bestimmung von  $\tilde{T}_{AFS}$  genutzt wird und daher ohnehin bestimmt werden muss.

10 Bei den voranstehend beschriebenen Durchführungsformen des erfundungsgemäßen Verfahrens wird der geschätzte Ist-Teillenkwinkel  $\tilde{\Sigma}_{VARI}$  der VARI am Rad durch Addition des geschätzten Ist-Teilzusatzlenkwinkels  $\Delta\tilde{\Sigma}_{VARI}$  und des Ist-Lenkradwinkels  $\ddot{a}_{LR,whl}$  am Rad ermittelt.

15 Es ist jedoch gleichfalls möglich, ihn durch Subtraktion eines geschätzten Ist-Teilsummenzusatzlenkwinkels  $\Delta\tilde{\Sigma}_{\Sigma}$ , welcher einem Schätzwert der Summe  $\ddot{a}\ddot{a}_6 = \ddot{a}\ddot{a}_{GRR} + \ddot{a}\ddot{a}_{GMK}$  der Ist-Teilzusatzlenkwinkel  $\ddot{a}\ddot{a}_{GRR}$  und  $\ddot{a}\ddot{a}_{GMK}$  der GRR und der GMK 20 entspricht, von dem Ist-Summenlenkwinkel  $\ddot{a}_{SUM,whl}$  an den Rädern zu erhalten:  $\tilde{\Sigma}_{VARI} = \Sigma_{SUM,whl} - \Delta\tilde{\Sigma}_{\Sigma}$ .

In der Figur 5 ist dies in einem weiteren Blockschaltbild dargestellt, wobei in dem Block 200 wiederum ein allgemeines Parameterschätzverfahren zur Bestimmung von  $\tilde{T}_{AFS}$  durchgeführt wird.

Die Eingangssignale  $\ddot{a}\ddot{a}_{AFS}$  und  $\ddot{a}\ddot{a}_{AFS,req}$  werden ebenso bestimmt, wie es bei den voranstehend beschriebenen Durchführungsformen des Verfahrens vorgenommen wurde.

30 Durch Addition des Ist-Lenkradwinkels  $\ddot{a}_{LR,Ritzel}$  am Lenkritzeln und des Ist-Summenzusatzlenkwinkels  $\ddot{a}\ddot{a}_{AFS}$  an der Summationsstelle 240 wird der Ist-Summenlenkwinkel  $\ddot{a}_{SUM,Ritzel}$  am Lenkritzeln ermittelt, der durch Multiplikation mit der inversen Lenkgetriebe-

Übersetzung  $i_{Lc}$ , wie anhand der Blöcke 20 und 30 in der Figur 5 veranschaulicht, in den Ist-Summenlenkwinkel  $\hat{\alpha}_{sum,whl}$  an den Rädern überführt wird.

- 5 Als Eingangsgröße für den Block 50 dient hier der Soll-Teilsummenzusatzlenkwinkel  $\hat{\alpha}_{\Sigma,req}$ , der an der Summationsstelle 260 als Summe aus dem Sollteilzusatzlenkwinkel  $\hat{\alpha}_{GRR,req}$  der GRR und dem Soll-Teilzusatzlenkwinkel  $\hat{\alpha}_{GMK,req}$  der GMK erhalten wird.
- 10 Durch den das Übertragungsverhalten des AFS-Aktuators simulierenden Block 50 wird anhand des Wertes  $\hat{\alpha}_{\Sigma,req}$  ein Schätzwert  $\Delta\hat{\delta}_\Sigma$  für den Ist-Teilsummenzusatzlenkwinkel  $\hat{\alpha}_\Sigma$  berechnet.

Dieser wird an der Subtraktionsstelle 250 von dem Ist-Summenlenkwinkel  $\hat{\alpha}_{sum,whl}$  abgezogen, so dass hinter der Subtraktionsstelle der gesuchte Schätzwert  $\hat{\delta}_{VARI}$  erhalten wird, der an das ESP-Steuergerät 70 übermittelt wird.

- 20 In dem Blockschaltbild in der Figur 6 ist der Block 200 des Blockschaltbildes in der Figur 5 durch den Block 230 ersetzt, durch den das modellbasierte Parameterschätzverfahren so durchgeführt wird, wie es im Zusammenhang der Figur 4 beschrieben wurde.
- 25 Eine noch weitere Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird anhand des Blockschaltbildes in der Figur 7 dargestellt. In der Schaltungsanordnung entspricht es dem Blockschaltbild in der Figur 4 mit dem Unterschied, dass der Schätzwert  $\tilde{T}_{AFS}$  nicht dem Block 50, sondern der ESP-Steuereinheit 70 übergeben wird.
- 30 Durch den Block 50 wird der geschätzte Ist-Teilzusatzlenkwinkel  $\Delta\hat{\delta}_{VARI}$  aus dem Soll-Teilzusatzlenkwinkel  $\hat{\alpha}_{VARI,req}$  anhand des Ak-

tuatormodells mit der die Normaldynamik des Aktuators repräsentierenden Zeitkonstanten  $T_{AFS}$  ermittelt.

Die Berücksichtigung einer unter Umständen reduzierten Dynamik  
5 des Aktuators geschieht innerhalb des ESP-Steuergerätes 70  
durch eine Schwellenaufweitung in der enthaltenen Regeleinheit.

Diese berechnet eine Stellgröße, wenn die Regelabweichung zwischen dem Sollwert der Fahrzustandsgröße und dem erfassten Ist-  
10 wert einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

In Abhängigkeit des geschätzten Wertes  $\tilde{T}_{AFS}$  für die Zeitkonstante  $T_{AFS}$  wird der Schwellenwert bei der anhand der Figur 7 veranschaulichten Durchführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens der Dynamik des Aktuators angepasst. Insbesondere wird dabei der Schwellenwert erhöht, wenn sich eine reduzierte Aktuatordynamik repräsentierender Schätzwert  $\tilde{T}_{AFS}$  ergibt.

Somit werden fehlerhafte Regeleingriffe der ESP-Steuereinheit  
20 aufgrund reduzierter Aktuatordynamik auch in dieser Durchführungsform des Verfahrens wirkungsvoll verhindert.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die vorliegende Erfindung ein vorteilhaftes Verfahren schafft, das es ermöglicht,  
25 eine zuverlässige Fahrdynamikregelung mit Eingriffen in die Lenkung des Fahrzeugs auch dann durchführen zu können, wenn die Dynamik des in die Lenkung eingreifenden Aktuators eingeschränkt ist, wie es beispielsweise bei sehr tiefen Temperaturen einige Minuten nach dem Starten des Fahrzeugs der Fall sein kann.  
30

**Bezugszeichenliste:**

$\ddot{\alpha}_{\text{VARI,req}}$  Soll-Teillenkinkel der VARI, Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{VARI}}$  Ist-Teillenkinkel der VARI, Bezugspunkt: Rad  
 $\tilde{\delta}_{\text{VARI}}$  geschätzter Ist-Teillenkinkel der VARI, Bezugspunkt:  
                   Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{GRR,req}}$  Soll-Teilzusatzlenkinkel der GRR, Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{GRR}}$  Ist-Teilzusatzlenkinkel der GRR, Bezugspunkt: Rad  
 $\Delta\tilde{\delta}_{\text{GRR}}$  geschätzter Ist-Teilzusatzlenkinkel der GRR, Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{GMK,req}}$  Soll-Teilzusatzlenkinkel der GMK, Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{GMK}}$  Ist-Teilzusatzlenkinkel der GMK, Bezugspunkt: Rad  
 $\Delta\tilde{\delta}_{\text{GMK}}$  geschätzter Ist-Teilzusatzlenkinkel der GMK, Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{LR,szl}}$  Ist-Lenkradwinkel, Bezugspunkt: Lenkrad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{LR,Ritzel}}$  Ist-Lenkradwinkel, Bezugspunkt: Lenkritzeln  
 $\ddot{\alpha}_{\text{LR,whl}}$  Ist-Lenkradwinkel, Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{DRV,req}}$  Eingangsgröße für das ESP- bzw. DSC-Steuergerät,  
                   „Fahrerlenkwunsch“, Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{SUM,req}}$  Soll-Summenlenkinkel, Bezugspunkt: Lenkritzeln  
 $\ddot{\alpha}_{\text{SUM,Ritzel}}$  Ist-Summenlenkinkel, Bezugspunkt: Lenkritzeln  
 $\ddot{\alpha}_{\text{SUM,whl}}$  Ist-Summenlenkinkel, Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{Ae,req}}$  Soll-Teilsummenzusatzlenkinkel (Summe der Soll-  
                   Teilzusatzlenkinkel der GRR und der GMK), Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{\alpha}_{\text{Ae}}$  Ist-Teilsummenzusatzlenkinkel (Summe der Ist-  
                   Teilzusatzlenkinkel der GRR und der GMK), Bezugspunkt: Rad

$\Delta\tilde{\delta}_z$  geschätzter Ist-Teilsummenzusatzlenkwinkel (Summe der geschätzten Ist-Teilzusatzlenkwinkel der GRR und der GMK), Bezugspunkt: Rad  
 $\ddot{A}\ddot{a}_{AFS,req}$  Soll-Summenzusatzlenkwinkel für das AFS-Getriebe, Bezugspunkt: Lenkritzeln  
 $\ddot{A}\ddot{a}_{AFS}$  Ist-Summenzusatzlenkwinkel der durch das AFS-Getriebe eingestellt wurde, Bezugspunkt: Lenkritzeln  
 $\Delta\dot{\delta}_{AFS,req}$  Soll-Summenzusatzlenkwinkelgradient für das AFS-Getriebe, Bezugspunkt: Lenkritzeln  
 $\Delta\dot{\delta}_{AFS}$  Ist-Summenzusatzlenkwinkelgradient der durch das AFS-Getriebe eingestellt wurde, Bezugspunkt: Lenkritzeln  
 $T_{AFS}$  Zeitkonstante des Aktuatormodells  
 $\tilde{T}_{AFS}$  geschätzte Zeitkonstante des Aktuatormodells  
 $\dot{\delta}_{AFS}$  Regelabweichung des Summenzusatzlenkwinkels für das AFS-Getriebe  
 $|\epsilon_{\delta,AFS}|$  Betrag der Regelabweichung des Summenzusatzlenkwinkels für das AFS-Getriebe  
 $|\tilde{\epsilon}_{\delta,AFS}|$  gefilterter Betrag der Regelabweichung des Summenzusatzlenkwinkels für das AFS-Getriebe  
 $i_{AFS}$  Lenkübersetzung des AFS-Getriebes  
 $i_{LG}$  Mechanische Übersetzung des Lenkgetriebes

10 Multiplikationsstelle  
 20 Block mit dem Übertragungsverhalten des Lenkgetriebes  
 30 Multiplikationsstelle  
 40 Subtraktionsstelle  
 50 Block mit dem modellierten Übertragungsverhalten des Aktuators  
 60 Additionsstelle  
 70 ESP-Steuereinheit  
 80 Additionsstelle  
 90 Block mit dem Übertragungsverhalten des Lenkgetriebes  
 100 Multiplikationsstelle

110 Subtraktionsstelle  
120 Subtraktionsstelle  
130 Block zur Betragsbildung  
140 Tiefpassfilter  
150 Block zur Zuordnung zwischen Regelabweichung und Zeitkonstante anhand einer Kennlinie  
160 Differenzierglied  
170 Logikeinheit zum Vergleichen der Regelabweichung mit einem Schwellenwert  
180 Block zur Übergabe der Regelabweichung  
190 Block zur Speicherung  
200 Block zur Durchführung eines Parameterschätzverfahrens  
210 Begrenzer  
220 Tiefpassfilter  
230 Block zur Berechnung der Zeitkonstanten anhand eines Aktuatormodells  
240 Additionsstelle  
250 Subtraktionsstelle  
260 Additionsstelle

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zum Ermitteln eines durch einen Aktuator nach Maßgabe eines Sollwertes eingestellten Istwertes einer Stellgröße, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teilwert ( $\ddot{A}ä_{VARI}$ ;  $\ddot{A}ä_0$ ) eines nach Maßgabe eines aus einer Summe von Sollteilwerten ( $\ddot{A}ä_{VARI,req}$ ,  $\ddot{A}ä_{GRR,req}$ ,  $\ddot{A}ä_{GMK,req}$ ) bestehenden Sollsummenwertes ( $\ddot{A}ä_{AFS,req}$ ) eingestellten Istwertes ( $\ddot{A}ä_{AFS}$ ) in Abhängigkeit des dem Teilwert ( $\ddot{A}ä_{VARI}$ ;  $\ddot{A}ä_0$ ) entsprechenden Sollteilwertes ( $\ddot{A}ä_{VARI,req}$ ;  $\ddot{A}ä_{0,req}$ ) in einem mit wenigstens einem Parameter ( $T_{AFS}$ ) gebildeten Aktuatormodell ermittelt wird, wobei der Wert ( $\tilde{T}_{AFS}$ ) des Parameters ( $T_{AFS}$ ) anhand einer Abweichung ( $\dot{\alpha}_{AFS}$ ) zwischen dem Sollsummenwert ( $\ddot{A}ä_{AFS,req}$ ) und einem erfassten Istsummenwert ( $\ddot{A}ä_{AFS}$ ) der Stellgröße bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert ( $\tilde{T}_{AFS}$ ) des Parameters ( $T_{AFS}$ ) dem Wert der Abweichung ( $\dot{\alpha}_{AFS}$ ) anhand einer Kennlinie zugeordnet wird.
3. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert ( $\tilde{T}_{AFS}$ ) des Parameters ( $T_{AFS}$ ) anhand eines Aktuatormodells oder eines Parameterschätzverfahrens ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert ( $\tilde{T}_{AFS}$ ) des Parameters ( $T_{AFS}$ ) anhand desselben Aktuatormodells bestimmt wird, wie der Teilwert ( $\ddot{A}ä_{VARI}$ ;  $\ddot{A}ä_0$ ) des Istwertes ( $\ddot{A}ä_{AFS}$ ) der Stellgröße.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wert ( $\tilde{T}_{AFS}$ ) für den Parameter ( $T_{AFS}$ ) nur dann bestimmt wird, wenn die Änderungsrate ( $\Delta\delta_{AFS,req}$ ) des Summensollwertes ( $\ddot{A}a_{AFS,req}$ ) und/oder die Änderungsrate ( $\Delta\delta_{AFS}$ ) des Summenistwertes ( $\ddot{A}a_{AFS}$ ) einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wert ( $\tilde{T}_{AFS}$ ) für den Parameter ( $T_{AFS}$ ) beibehalten wird, wenn die Änderungsrate ( $\Delta\delta_{AFS,req}$ ) des Summensollwertes ( $\ddot{A}a_{AFS,req}$ ) und/oder die Änderungsrate ( $\Delta\delta_{AFS}$ ) des Summenistwertes ( $\ddot{A}a_{AFS}$ ) unterhalb des vorgegebenen Schwellenwertes liegt.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wert ( $\tilde{T}_{AFS}$ ) des Parameters ( $T_{AFS}$ ) auf ein vorgegebenes Intervall begrenzt wird.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zeitkonstante ( $T_{AFS}$ ) als Parameter eines ein Übertragungsverhalten des Aktuators beschreibenden Aktuatormodells bestimmt wird.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schätzwert ( $\Delta\tilde{\delta}_{VARI}; \Delta\tilde{\delta}_\Sigma$ ) für einen Istteilwert ( $\ddot{A}a_{VARI}; \ddot{A}a_0$ ) eines durch einen Aktuator einer Überlagerungslenkung an lenkbaren Räder eines Fahrzeugs eingestellten

Lenkwinkels ( $\ddot{\alpha}_{AFS}$ ) ermittelt wird.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schätzwert ( $\Delta\delta_{VARI}$ ) für einen Übersetzungsverhältnis einer Lenkung des Fahrzeugs geschwindigkeitsabhängig verändernden und mittels einer Überlagerungslenkung eingestellten Istteilwert ( $\ddot{\alpha}_{VARI}$ ) eines Lenkwinkels ermittelt wird.

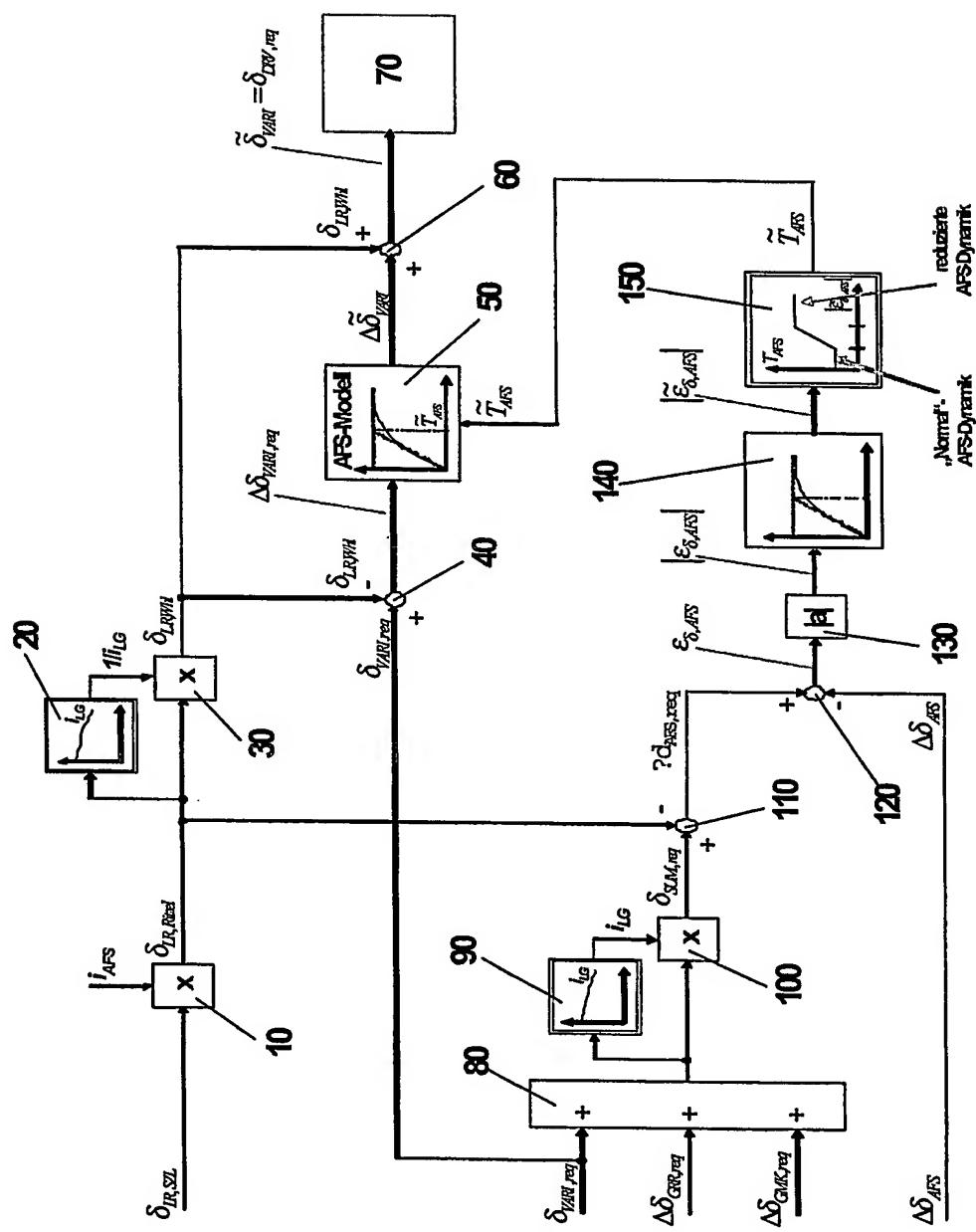


Fig. 1

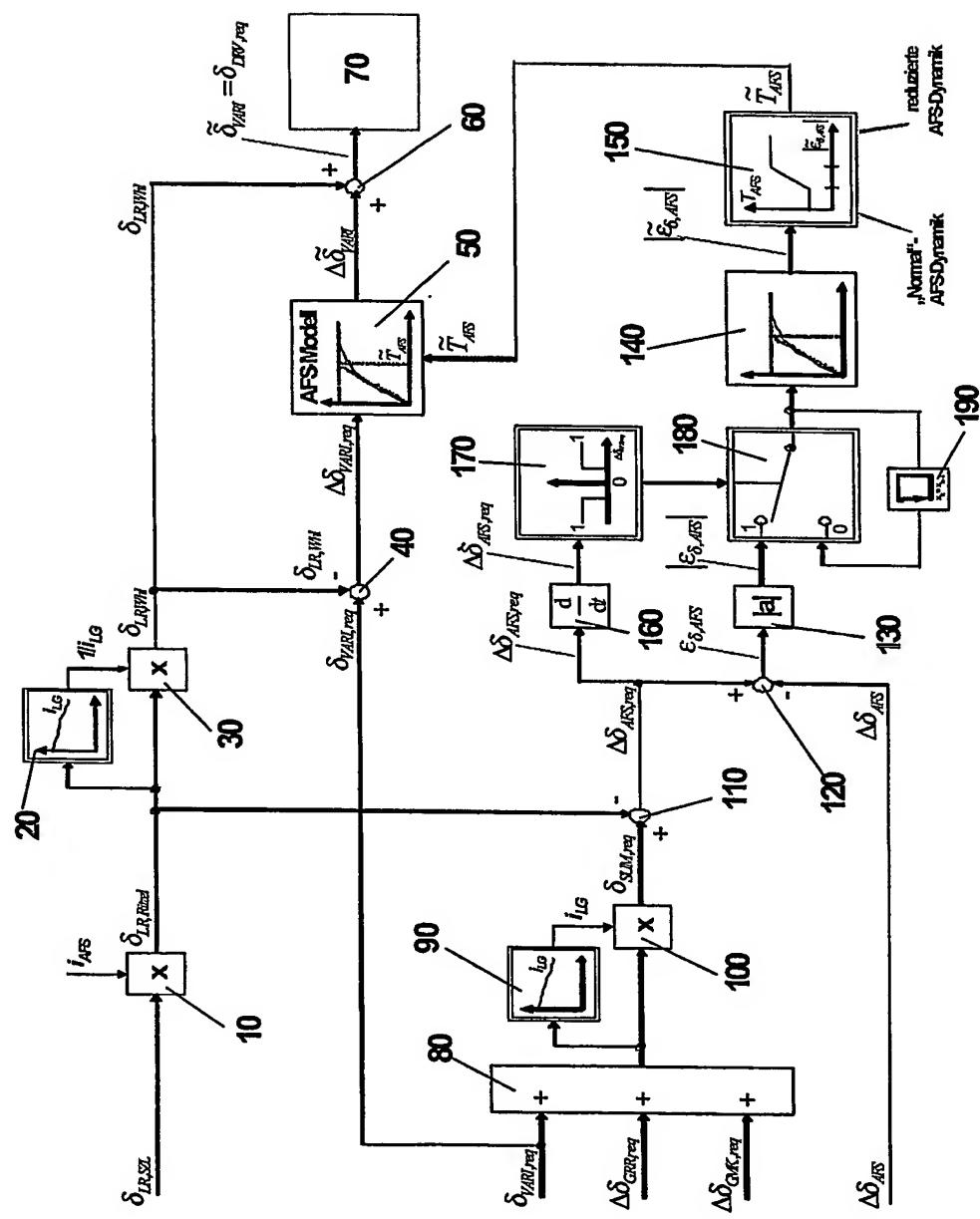


Fig. 2

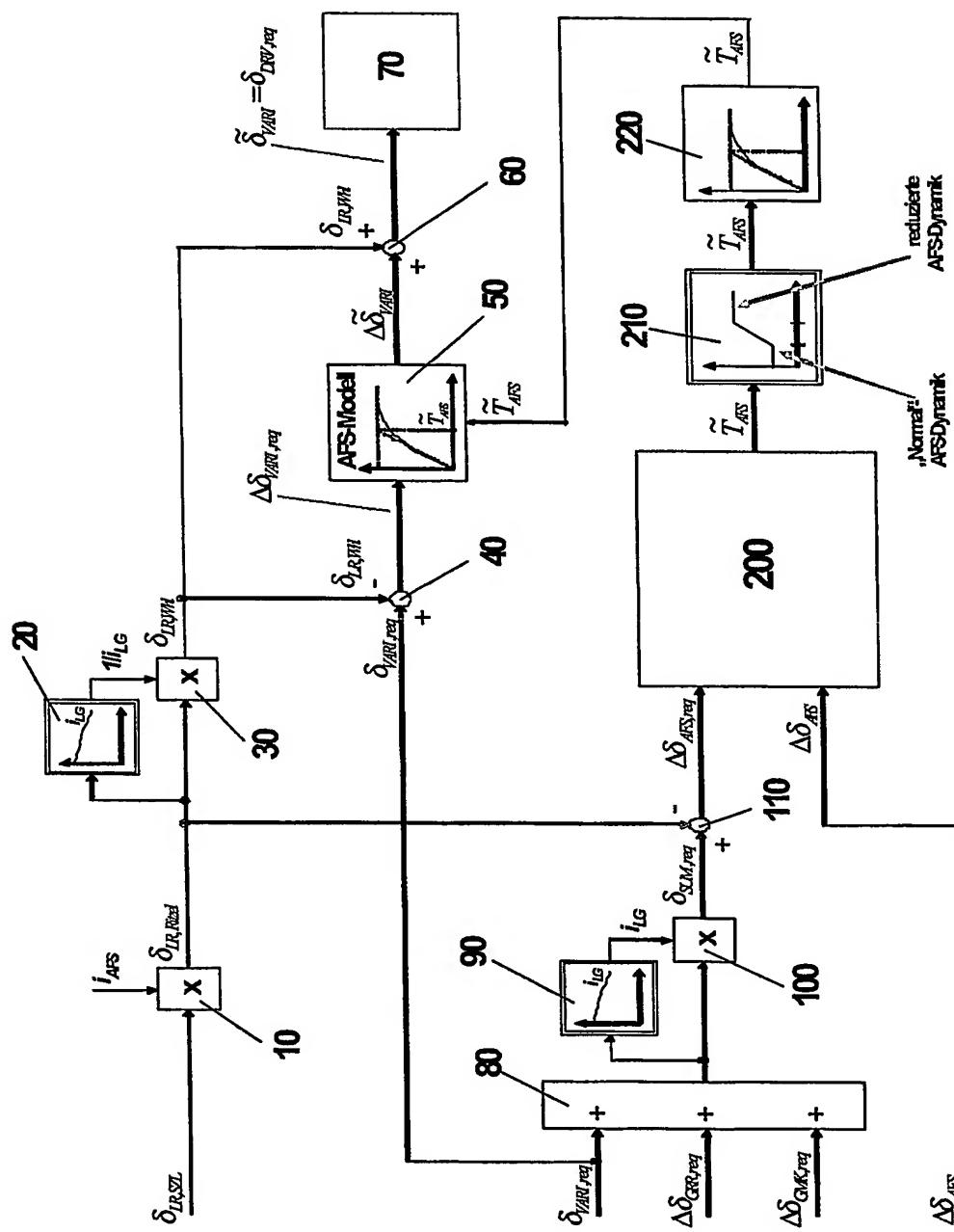
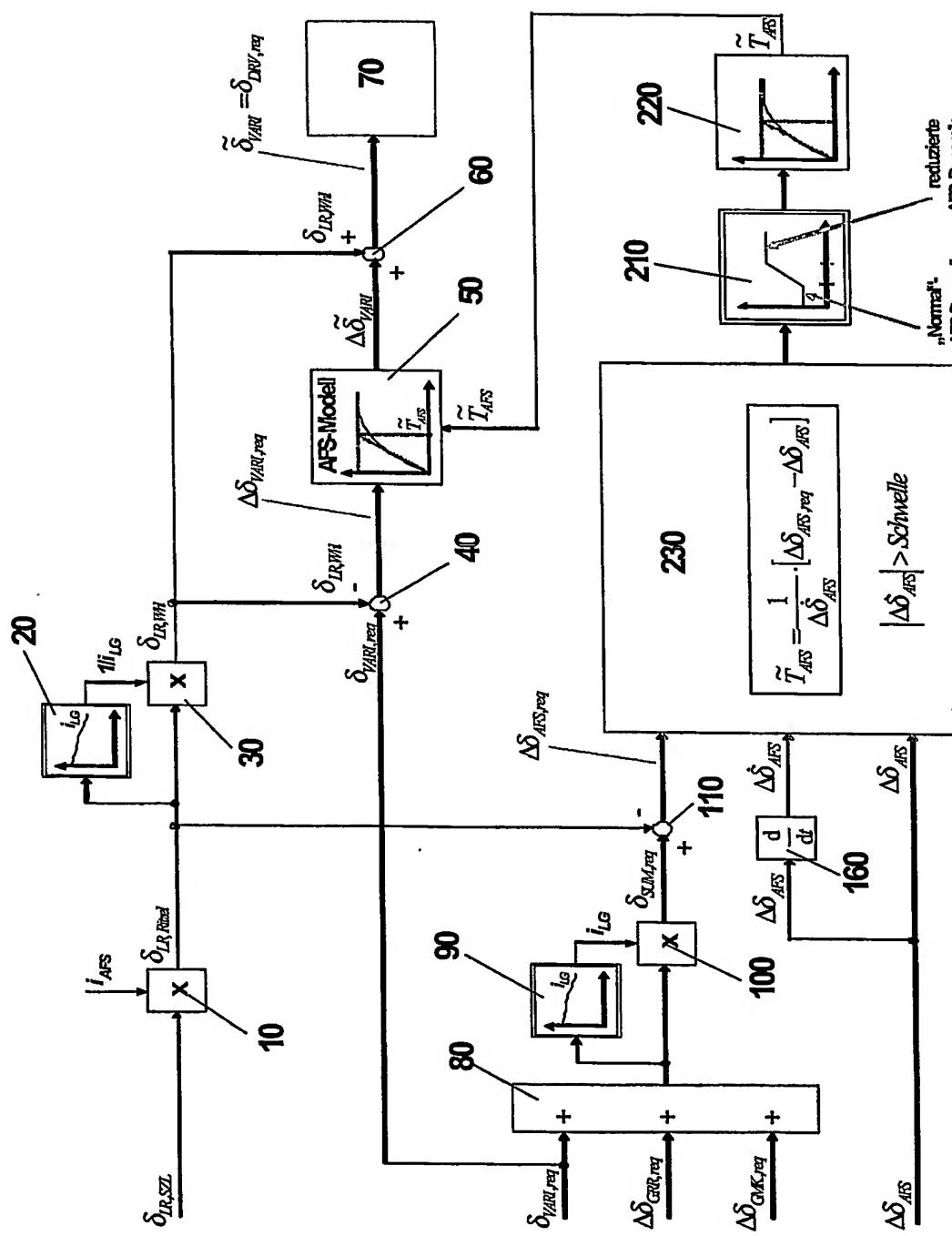


Fig. 3



**Fig. 4**

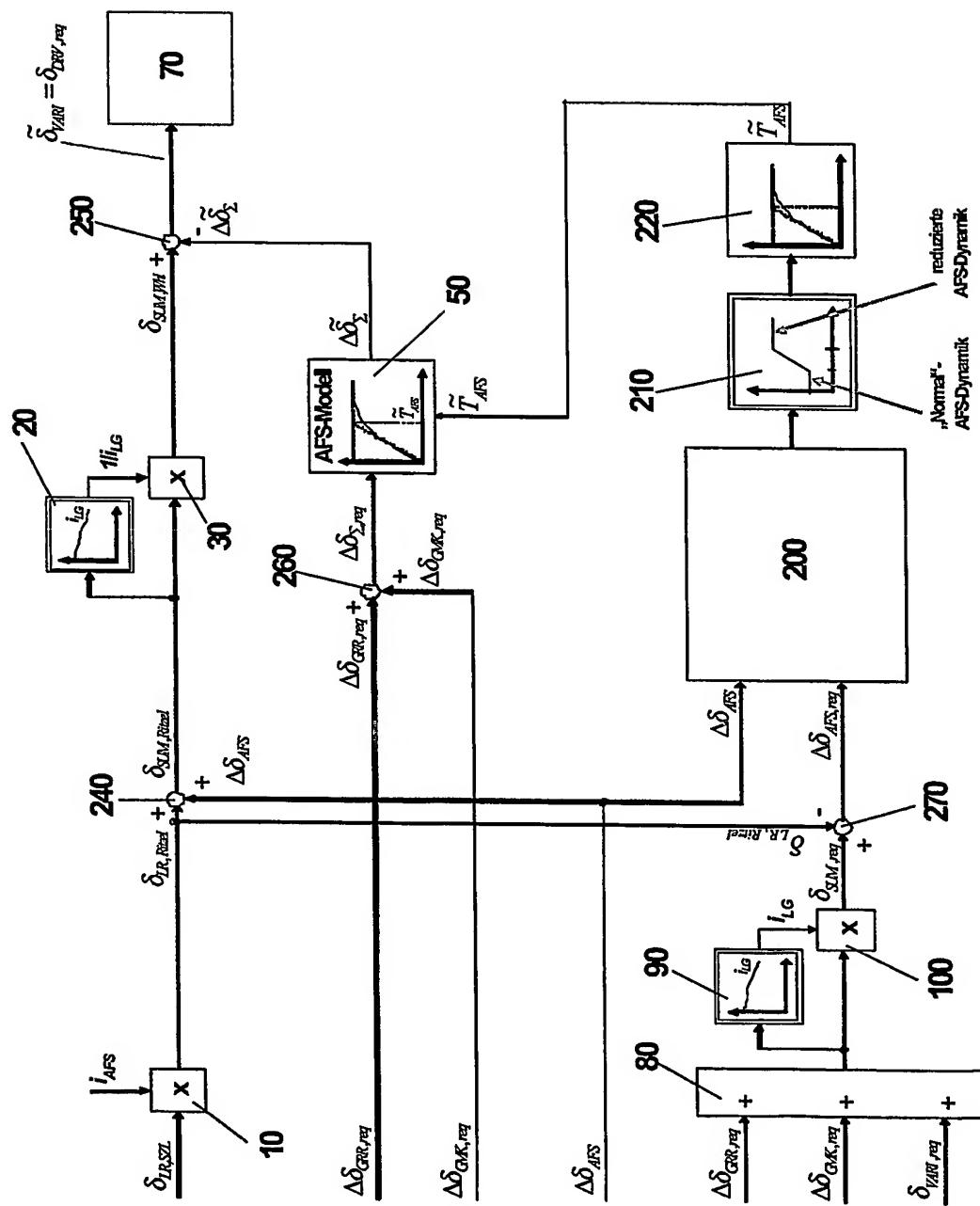


Fig. 5

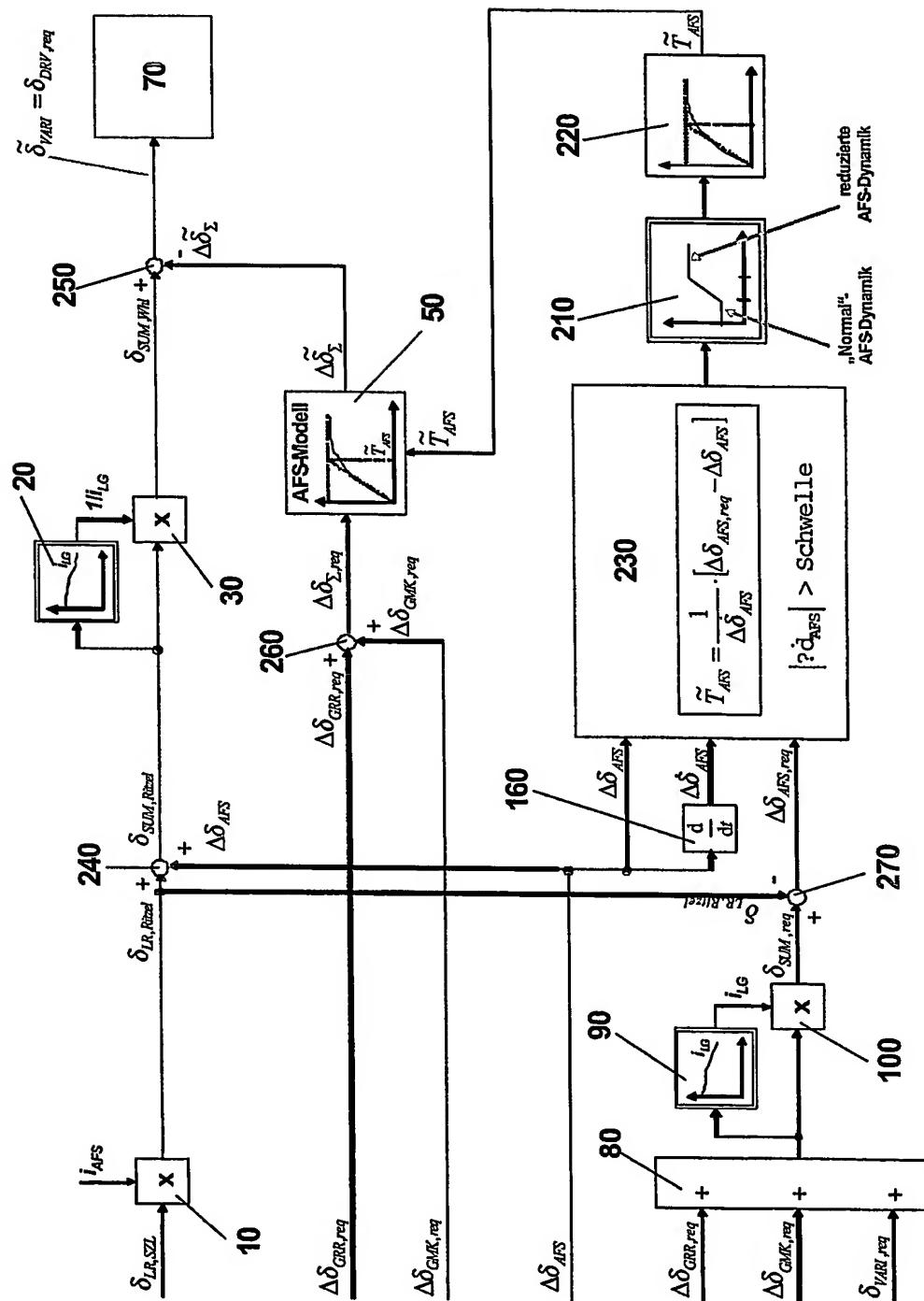


Fig. 6

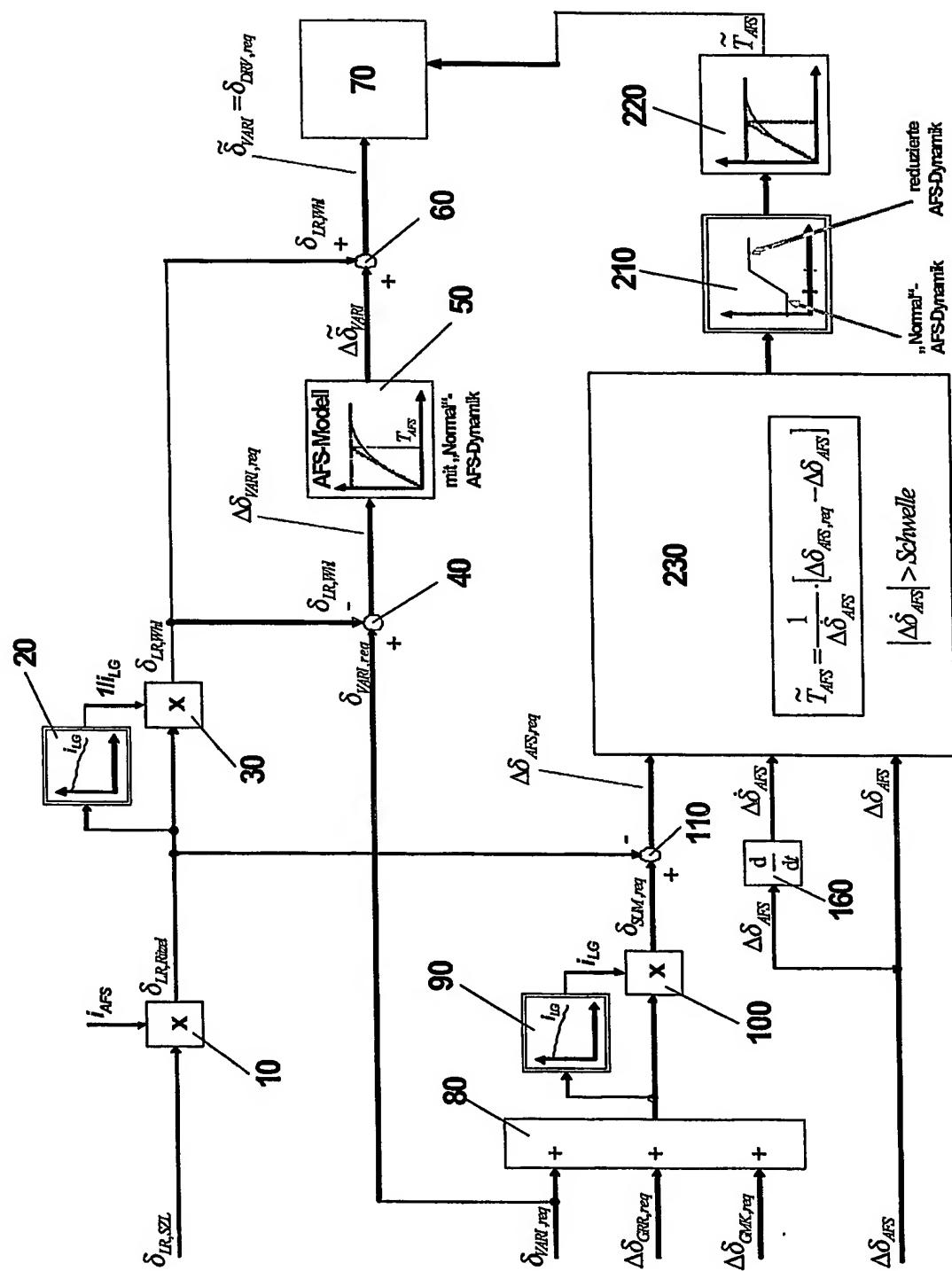


Fig. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/051231

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 B62D6/00 B62D5/04 B60T8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 B60T B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 195 15 058 A (TEVES GMBH ALFRED) 30 May 1996 (1996-05-30) cited in the application the whole document -----	1
A	DE 197 51 227 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24 September 1998 (1998-09-24) cited in the application the whole document -----	1
A	US 6 085 860 A (HACKL MATTHIAS ET AL) 11 July 2000 (2000-07-11) abstract; figures -----	1
A	EP 1 197 409 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 17 April 2002 (2002-04-17) abstract; figures ----- -/-	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

5 November 2004

Date of mailing of the International search report

30/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ferro Pozo, J

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/051231

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 50 420 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 27 March 2003 (2003-03-27) abstract; figures -----	1
A	US 5 212 640 A (MATSUDA TOSHIRO) 18 May 1993 (1993-05-18) abstract; figures -----	1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051231

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 19515058	A	30-05-1996	DE 19515058 A1 US 5774821 A US 5710704 A US 5862503 A AU 4175896 A AU 4175996 A AU 4176096 A AU 4176196 A AU 4256196 A AU 4256296 A CN 1166810 A CN 1166811 A ,B CN 1166812 A CN 1166813 A CN 1167466 A CZ 9701585 A3 CZ 9701586 A3 CZ 9701587 A3 CZ 9701588 A3 CZ 9701589 A3 DE 19515046 A1 DE 19515047 A1 DE 19515048 A1 DE 19515050 A1 DE 19515051 A1 DE 19515053 A1 DE 19515054 A1 DE 19515055 A1 DE 19515056 A1 DE 19515057 A1 DE 19515059 A1 DE 19515060 A1 DE 19515061 A1 DE 59504098 D1 DE 59507826 D1 DE 59508631 D1 DE 59509013 D1 DE 59510096 D1 WO 9616846 A1 WO 9616847 A1 WO 9616848 A1 WO 9616849 A1 WO 9616850 A1 WO 9616851 A1 EP 0792225 A1 EP 0792226 A1 EP 0792227 A1 EP 0792228 A1 EP 0794885 A1 EP 0792229 A1	30-05-1996 30-06-1998 20-01-1998 19-01-1999 19-06-1996 19-06-1996 19-06-1996 19-06-1996 19-06-1996 19-06-1996 03-12-1997 03-12-1997 03-12-1997 03-12-1997 10-12-1997 12-11-1997 12-11-1997 12-11-1997 12-11-1997 17-12-1997 27-06-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 30-05-1996 11-04-2002 06-06-1996 06-06-1996 06-06-1996 06-06-1996 06-06-1996 06-06-1996 03-09-1997 03-09-1997 03-09-1997 03-09-1997 17-09-1997 03-09-1997
DE 19751227	A	24-09-1998	DE 19751227 A1 FR 2761039 A1 JP 10329746 A US 6085860 A	24-09-1998 25-09-1998 15-12-1998 11-07-2000
US 6085860	A	11-07-2000	DE 19751227 A1 FR 2761039 A1	24-09-1998 25-09-1998

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051231

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6085860	A	JP	10329746 A	15-12-1998
EP 1197409	A	17-04-2002	DE 10050420 A1 EP 1197409 A2	27-03-2003 17-04-2002
DE 10050420	A	27-03-2003	DE 10050420 A1 EP 1197409 A2	27-03-2003 17-04-2002
US 5212640	A	18-05-1993	JP 2039167 U DE 3930302 A1	15-03-1990 17-05-1990

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/051231

<b>A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>																			
IPK 7    B62D6/00    B62D5/04    B60T8/00																			
<p>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK</p> <p><b>B. RECHERCHIERTE GEBiete</b></p> <p>Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) <b>IPK 7    B60T    B62D</b></p> <p>Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p> <p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) <b>EPO-Internal, WPI Data, PAJ</b></p>																			
<p><b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Kategorie*</th> <th style="width: 80%;">Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</th> <th style="width: 10%;">Betr. Anspruch Nr.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>DE 195 15 058 A (TEVES GMBH ALFRED) 30. Mai 1996 (1996-05-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>DE 197 51 227 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. September 1998 (1998-09-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US 6 085 860 A (HACKL MATTHIAS ET AL) 11. Juli 2000 (2000-07-11) Zusammenfassung; Abbildungen -----</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>EP 1 197 409 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 17. April 2002 (2002-04-17) Zusammenfassung; Abbildungen -----</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">-/--</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.	A	DE 195 15 058 A (TEVES GMBH ALFRED) 30. Mai 1996 (1996-05-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1	A	DE 197 51 227 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. September 1998 (1998-09-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1	A	US 6 085 860 A (HACKL MATTHIAS ET AL) 11. Juli 2000 (2000-07-11) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1	A	EP 1 197 409 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 17. April 2002 (2002-04-17) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1		-/--	
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.																	
A	DE 195 15 058 A (TEVES GMBH ALFRED) 30. Mai 1996 (1996-05-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1																	
A	DE 197 51 227 A (BOSCH GMBH ROBERT) 24. September 1998 (1998-09-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1																	
A	US 6 085 860 A (HACKL MATTHIAS ET AL) 11. Juli 2000 (2000-07-11) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1																	
A	EP 1 197 409 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 17. April 2002 (2002-04-17) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1																	
	-/--																		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie																			
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</li> <li>*'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</li> <li>*'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</li> <li>*'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</li> <li>*'P' Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</li> </ul>																			
<p>Datum des Abschlusses der internationalen Recherche</p> <p style="text-align: center;"><b>5. November 2004</b></p>																			
<p>Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts</p> <p style="text-align: center;"><b>30/11/2004</b></p>																			
<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde</p> <p>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016</p>																			
<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p style="text-align: center;"><b>Ferro Pozo, J</b></p>																			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/051231

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 50 420 A (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 27. März 2003 (2003-03-27) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1
A	US 5 212 640 A (MATSUDA TOSHIRO) 18. Mai 1993 (1993-05-18) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1

**INTERNATIONAHLER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051231

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19515058	A	30-05-1996	DE	19515058 A1		30-05-1996
			US	5774821 A		30-06-1998
			US	5710704 A		20-01-1998
			US	5862503 A		19-01-1999
			AU	4175896 A		19-06-1996
			AU	4175996 A		19-06-1996
			AU	4176096 A		19-06-1996
			AU	4176196 A		19-06-1996
			AU	4256196 A		19-06-1996
			AU	4256296 A		19-06-1996
			CN	1166810 A		03-12-1997
			CN	1166811 A ,B		03-12-1997
			CN	1166812 A		03-12-1997
			CN	1166813 A		03-12-1997
			CN	1167466 A		10-12-1997
			CZ	9701585 A3		12-11-1997
			CZ	9701586 A3		12-11-1997
			CZ	9701587 A3		12-11-1997
			CZ	9701588 A3		12-11-1997
			CZ	9701589 A3		17-12-1997
			DE	19515046 A1		27-06-1996
			DE	19515047 A1		30-05-1996
			DE	19515048 A1		30-05-1996
			DE	19515050 A1		30-05-1996
			DE	19515051 A1		30-05-1996
			DE	19515053 A1		30-05-1996
			DE	19515054 A1		30-05-1996
			DE	19515055 A1		30-05-1996
			DE	19515056 A1		30-05-1996
			DE	19515057 A1		30-05-1996
			DE	19515059 A1		30-05-1996
			DE	19515060 A1		30-05-1996
			DE	19515061 A1		30-05-1996
			DE	59504098 D1		03-12-1998
			DE	59507826 D1		23-03-2000
			DE	59508631 D1		14-09-2000
			DE	59509013 D1		15-03-2001
			DE	59510096 D1		11-04-2002
			WO	9616846 A1		06-06-1996
			WO	9616847 A1		06-06-1996
			WO	9616848 A1		06-06-1996
			WO	9616849 A1		06-06-1996
			WO	9616850 A1		06-06-1996
			WO	9616851 A1		06-06-1996
			EP	0792225 A1		03-09-1997
			EP	0792226 A1		03-09-1997
			EP	0792227 A1		03-09-1997
			EP	0792228 A1		03-09-1997
			EP	0794885 A1		17-09-1997
			EP	0792229 A1		03-09-1997
DE 19751227	A	24-09-1998	DE	19751227 A1		24-09-1998
			FR	2761039 A1		25-09-1998
			JP	10329746 A		15-12-1998
			US	6085860 A		11-07-2000
US 6085860	A	11-07-2000	DE	19751227 A1		24-09-1998
			FR	2761039 A1		25-09-1998

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051231

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6085860	A	JP	10329746 A		15-12-1998
EP 1197409	A	17-04-2002	DE EP	10050420 A1 1197409 A2	27-03-2003 17-04-2002
DE 10050420	A	27-03-2003	DE EP	10050420 A1 1197409 A2	27-03-2003 17-04-2002
US 5212640	A	18-05-1993	JP DE	2039167 U 3930302 A1	15-03-1990 17-05-1990